

Beiträge

zur

Kenntnis verschiedener Mineralien

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt

von

Otto Mann

aus Magdeburg.

Dresden 1904

Druck von Wilhelm Baensch.

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Zirkel und Beckmann.

Leipzig, den 23. Juli 1903.

Der Procancellar
Birch-Hirschfeld.

Beiträge

zur

Kenntnis verschiedener Mineralien

von

Otto Mann

aus Magdeburg,

Dresden 1904

Druck von Wilhelm Baensch.

Inhalt.

I. Über den Thorerdegehalt des Monazits.

Kristallographisch und optisch kann der Monazit auf Grund eingehender Arbeiten, insbesondere von v. Kokscharow, E. S. Dana, Trechmann und Bowman als recht gut bekannt gelten. Letzterer hat jüngst in der Ztschr. f. Kryst. 33. 1900 S. 113 ff. eine grofse Reihe von Untersuchungen über Monazite veröffentlicht und im Anhang zu dieser Abhandlung ein vortreffliches Literaturverzeichnis gegeben.

Auch liegt eine grofse Anzahl chemischer Analysen des Minerals vor, aber noch immer ist man nicht darüber einig, in welcher Gestalt sich die Thorerde im Monazit findet.

Es stehen sich hier die Ansichten von Penfield[1]) und Blomstrand[2]) gegenüber. Penfield spricht sich dafür aus, dafs der Thorerdegehalt des Monazits auf Einschlüsse von Thorit zurückzuführen sei. Solche Einschlüsse habe er auch mikroskopisch gefunden, und es werde nach Ätzung des Dünnschliffes mit Salzsäure und darauffolgender Färbung mit Fuchsin eine deutliche Abscheidung gelatinöser Kieselsäure auf den eingeschlossenen Fremdkörpern bemerkt. Ferner sprächen für diese Ansicht die Resultate seiner chemischen Analysen, deren Molekularverhältnisse auf eine Verbindung $Th\,Si\,O^4$ hinwiesen.

Blomstrand erklärt dagegen: Die mikroskopische Deutung der Einschlüsse im Monazit als Thorit sei zu schwach begründet, die Analysenresultate dagegen führten viel eher auf

---

[1]) Vgl. Americ. Journ. Sc. 1882. **24.** S. 250 ff. und Americ. Journ. Sc. 1888. **36.** S. 317 ff.

[2]) Vgl. Geolog. Fören. i Stockholm Förhandl. 1887. **9.** S. 160 ff. und 1889. **11.** S. 379 ff.

die Annahme eines normalen Phosphats der Ceroxyde und der Thorerde. Denn einerseits finde sich ein Überschufs an Phosphorsäure gegenüber den Ceroxyden, andrerseits liefse das Vorhandensein von *Ca*, *Mg*, *Mn*, *Al*, *Fe* etc. auf andere, fremde kieselsäurehaltige Einschlüsse schliefsen.

Um nun über diese Frage einige Klarheit zu gewinnen, wurden die nachfolgenden Untersuchungen vorgenommen. Sie bestanden in einer mikroskopischen Durchforschung von Monaziten verschiedener Fundorte und in einer Prüfung aller dem Verfasser bekannt gewordenen chemischen Analysen des Minerals, in denen ein Thorerdegehalt nachgewiesen ist. Ausscheiden mufsten viele ältere Analysen, in denen die Thorerde und die Ceroxyde nicht getrennt waren.

1. Mikroskopische Untersuchung.

a) Monazit von Tvedestrand.

Vom Monazit von Tvedestrand wurde ein ca. 2 cm grofser Kristall zu mehreren Dünnschliffen verwendet. Er besafs eine hellbraune Farbe, matten Glanz und stammte, wie daran haftendes Material erkennen liefs, aus einem gneisartigen Gestein. Seine Ausbildung war nicht, wie das gewöhnlich der Fall ist, nach $\infty P \infty$ {100} tafelförmig, vielmehr waren $P \infty$, {011} und $P \infty$ {101} vorherrschend, während von den übrigen Flächen fast gar keine zu beobachten war. In einem Schliffe, der annähernd senkrecht zu $\infty P \infty$ {100} geschnitten war, zeigte sich die vorzügliche Spaltbarkeit des Monazits nach dieser Fläche durch eine grofse Anzahl scharfer, gerader, unter sich völlig paralleler Risse. Auch sonst sind die Dünnschliffe von einem Haufwerk von Rissen und Sprüngen durchzogen, die alle von einem rostbraunen Material, gleichsam wie von einem dendritischen Saft, getränkt erscheinen. An einzelnen Stellen, vorzüglich an den Kreuzungspunkten von mehreren solcher Risse, bildet dieser rostbraune Saft die Umhüllung mattrötlicher Körnchen, die in der Regel etwas lang gestreckt, höchstens 0,1 mm erreichen, meistens aber viel kleiner sind und sich im polarisierten Licht als vollkommen isotrop erweisen. Da die Vermutung bestand, dafs in ihnen Thorit vorliege, so wurde der schon von Penfield (l. c.) angegebene Versuch, auf

die Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zu prüfen, wiederholt, und es ergab sich, daſs diese Körner, mit Salzsäure geätzt, tatsächlich mit Farbstoff imbibierbare, gelatinöse Kieselsäure abscheiden, also dasselbe Mineral sind, welches schon Penfield für Thorit angesehen hat. Um zu einem sicheren Resultate zu gelangen, wurden Schliffe von einem echten Thorit von Brevig zum Vergleiche herangezogen. Es zeigte sich nun, daſs dieses letztere echte Thorit, wie dies schon W. C. Brögger[1]) angibt, sich optisch vollkommen isotrop verhält trotz seiner formellen Zugehörigkeit zum tetragonalen System. Zugleich waren auch hier die Mineralkörner von einer genau so ausgebildeten rostbraunen Rinde umgeben, wie die der Einschlüsse im Monazit. Ebenso lieferte dieser Thorit, als der vorerwähnte Ätz- und Tinktionsversuch vorgenommen wurde, jene Kieselsäuregelatine, wie sie bei den Einschlüssen entstanden war. Alles dies macht es wahrscheinlich, daſs wir es bei den mattrosafarbenen Körnchen mit einem echten **Thorit** zu tun haben, während die rostbraune Rinde, die in beiden Fällen den echten Thorit umgibt, wohl nur ein weiteres Zersetzungsprodukt desselben ist. Wahrscheinlich gelangt überhaupt kein reiner, unzersetzter Monazit zur Beobachtung, der dann ja das seinem Kristallsystem zukommende optische Verhalten zeigen würde.

An weiteren Einschlüssen wurden noch Biotitlamellen, Quarzkörnchen sowie auf Hohlräumen ausgebildeter Calcit beobachtet.

b) Monazit von Miask.

Ein nach $\infty P \infty$ {100} tafelförmig ausgebildeter Kristall des Monazits von Miask, von rotbrauner Farbe und hellem Glanz, wurde dieser Fläche parallel geschliffen. Sein Aussehen im Mikroskop glich auſserordentlich dem des Monazits von Tvedestrand. Auch ihn durchzogen zahlreiche Risse und Sprünge, und er sah fast einer Breccie gleich, die durch das oben erwähnte rotbraune Zement zusammengekittet war. Diese Materie umgab auch hier Körnchen von schwach rötlicher Farbe, die freilich nur bedeutend geringere Dimensionen erreichten als die sonst gleichen des Monazits von Tvedestrand,

---

[1]) Vgl. Ztschr. f. Kryst. **16**. 1890. S. 116 ff.

nämlich nur 0,03 mm, und überhaupt viel spärlicher waren. Optisch waren sie isotrop. Ein Ätz- und Tinktionsversuch lieferte wieder die Reaktion der gelatinösen Kieselsäure. Da also die Körner in allen ihren Eigenschaften (Lichtbrechung, Farbe, Isotropie, chemisches Verhalten) dem Thorit des Monazits von Tvedestrand und dem von Brevig gleichen, so müssen auch sie hier für dieses Mineral angesehen werden.

Andere Einschlüsse waren bei diesem Monazit gleichfalls viel spärlicher vorhanden. Es ließen sich nur noch helle, farblose Körnchen als Quarz erkennen.

c) Monazit von Chester (Conn.).

Einen durchaus von dem der bisher besprochenen Monazite verschiedenen Charakter zeigte der Monazit von Chester (Conn.). Auch hier waren die Kristalle nach $\infty P \infty$ {100} tafelförmig und eingewachsen in eine Art Augengneis, soweit sich dies nach dem Handstück beurteilen läßt[1]).

Für den Monazit fiel zuerst das fast vollständige Fehlen der für die anderen Fundpunkte so charakteristischen Spaltrisse mit ihrer rostbraunen Füllmasse auf. Nur einige Andeutungen einer basischen Spaltbarkeit (β = ca. 74°) waren zu bemerken, aber auch an diesen konnte von dem rotbraunen Füllmaterial der übrigen Monazite nichts entdeckt werden. Dagegen erschienen die Kristalle förmlich durchspickt von zahllosen feinen und feinsten Nädelchen, deren Natur und optischer Charakter

---

[1]) Das Gestein ist ein Augengneis mit rotem Orthoklas, grauem bis weißem Plagioklas, dunklem Quarz, Biotit und Muscovit. Ausgezeichnet ist es durch seine äußerst reichliche Führung von Sillimanit. U. d. M. verrieten undulöse Auslöschung und das Vorkommen zahlreicher zerbrochener Feldspate und Quarze, die mitunter förmliche Trümmerzonen um größere Kristallfragmente bildeten, sowie die starkgefalteten und zerquetschten Biotit- und Muscovitlamellen, daß das Gestein starken Druckwirkungen ausgesetzt war. Sericit fand sich sehr häufig, besonders als Kranz um den Sillimanit, der ebensowenig wie der Monazit von den Druckwirkungen auch nur im geringsten berührt zu sein schien. Offenbar haben diese Minerale sich erst nach Einwirkung des Druckes gebildet, wobei der Monazit mit Sillimanitnädelchen imprägniert wurde. Doch kann der Monazit auch wiederum nicht das zuletzt gebildete Mineral sein, da seine Individuen viel zu wohl umgrenzt sind, als daß sie nur die Lücken hätten ausfüllen können. — In mikroskopisch kleinen Kristallen konnte der Monazit nicht nachgewiesen werden.

infolge ihrer sehr geringen Breite von ca. 0,002 mm (die Länge der einzelnen Nädelchen war im Verhältnis zur Breite eine ziemlich bedeutende, bis zu 0,1 mm) und vor allem infolge der ziemlich lebhaften Doppelbrechung des umschliefsenden Monazits nicht sofort zu erkennen war. Da aus der Natur des Muttergesteins das Vorhandensein von Sillimanit nahe gelegt war, wurde ein Präparat der Einwirkung von Flufssäure und Schwefelsäure ausgesetzt und darauf die mikroskopische Untersuchung wiederholt. Es zeigte sich, dafs die Nädelchen allein der Flufssäure und Schwefelsäure widerstanden hatten, indem der Monazit zu Sulfaten zersetzt wurde. Nun war eine weitere Bestimmung der isolierten Nädelchen leicht möglich, die die Vermutung bestätigte, dafs in ihnen Sillimanit vorliege.

Natürlich wurde vor allem nach dem Thorit geforscht, der sich in den bisher erwähnten Monaziten so deutlich gezeigt hatte. Doch war es unmöglich, auch nur ein Körnchen mit einiger Sicherheit für das gesuchte Mineral zu erklären. Denn wenn auch einige Einschlüsse den Anschein erweckten, als ob sie dem Thorit zuzurechnen seien, so waren ihre Dimensionen doch zu gering, um nur einen halbwegs sicheren Schlufs zu gestatten.

Leider genügte das vorhandene Material nicht, um eine chemische Analyse anzufertigen und dadurch festzustellen, ob überhaupt, und in welcher Menge die Thorerde in diesem Monazit vorhanden sei.

An weiteren Einschlüssen waren noch Biotitlamellen, Quarzkörnchen und etwas Eisenglanz zu bemerken.

d) **Monazitsand von Matipo** (Brasil.).

Der Monazit im Sande von Matipo findet sich in der bekannten Gemeinschaft mit Granat, Korund, Rutil, Zirkon, Titanit, Eisenerzen und Quarz. Auch hier wurden in den abgerundeten Monazitkörnern zahlreiche rostbraune Einschlüsse gefunden, deren optisches Verhalten aber nicht festzustellen war, die jedoch wahrscheinlich ebenfalls dem Thorit zugerechnet werden können. Eine Sicherheit war indessen auch in diesem Falle nicht zu erlangen.

Aus der ganzen mikroskopischen Untersuchung geht hervor, dafs die Angabe Penfields: Thorit sei als Einschlufs im

Monazit vorhanden, völlig berechtigt und der von Blomstrand (l. c.) darüber geäußerte Zweifel nicht begründet ist. Schon H. Fischer [1]) hat wohl jene Interpositionen wahrgenommen, dieselben aber nicht als Thorit erkannt, sondern sie für Hämatit gehalten. Der Thorit ist tatsächlich im Monazit vorhanden. Der innige Zusammenhang, in dem derselbe mit den Rissen

	Fundort	I	II	III	IV	V	VI	Analytiker
1.	Alexander Co.	29,32	68,86	67,72	0,82	1,48	1,41	Penfield und Sperry [2])
2.	Dillingsö I	28,50	63,41	65,95	0,93	3,81	3,98	Blomstrand [3])
3.	Moos I	27,34	61,41	63,24	1,51	4,54	6,64	„ [3])
4.	Ilmengeb. I	26,99	63,17	62,43	1,37	5,55	6,03	„ [4])
5.	Impilaks I	25,02	61,63	56,56	1,22	5,65	5,37	Ramsay [5])
6.	Pisek 1	25,05	57,69	57,95	1,46	5,85	6,42	K. Preis [6])
7.	Burke, N. Carol.	29,28	62,26	67,73	1,40	6,49	6,16	Penfield [7])
8.	Narestö	28,55	59,79	66,04	1,32	7,14	5,81	Blomstrand [3])
9.	Portland, Conn.	28,18	61,87	65,10	1,67	8,25	7,85	Penfield [7])
10.	Kararfvet	25,04	58,68	57,92	2,84	8,31	10,81	Blomstrand [8])
11.	Lönneby II	26,26	56,86	60,70	1,58	9,03	6,95	„ [8])
12.	Hvalö I	22,06	49,69	51,03	5,95	9,05	26,18	„ [8]) sehr unrein
13.	Moos II	25,22	55,74	58,34	2,10	9,20	9,24	„ [8])
14.	Lönneby I	27,13	57,66	62,76	1,65	9,34	7,36	„ [8])
15.	Impilaks II	19,48	53,31	45,06	3,62	9,50	15,93	Ramsay [5]) sehr zersetzt
16.	Arendal	25,15	55,46	58,17	1,86	9,57	8,18	Blomstrand [3])
17.	Dillingsö II	26,06	56,44	60,28	1,85	9,60	8,12	„ [8])
18.	Holma	25,00	56,05	57,83	2,10	10,39	9,24	„ [8])
19.	Hvalö II	26,29	54,85	60,81	2,02	11,57	8,89	„ [8])
20.	Amelia Co., Virg.	26,12	56,55	60,42	2,85	14,23	12,54	Penfield [7])
21.	Ilmengeb. III	18,06	37,57	41,78	9,67	16,64	42,55	Blomstrand [4]) sehr zersetzt
22.	„ II	24,82	52,50	57,41	2,90	17,82	12,76	„ [4])
23.	Bandeïra de Mello	25,51	58,13	59,28	2,63	10,05	11,57	Hussak und Reitinger [9])
24.	Bandeirinha	29,18	68,48	67,81	—	1,09	—	„ „ „ [9])

[1]) Vgl. Ztschr. f. Kryst. **4.** 1880. S. 373.
[2]) Americ. Journal Sc. Nov. 1888. **36.** S. 317 ff.
[3]) Geolog. Fören. i Stockh. Förhandl. 1887. **9.** S. 160 ff.
[4]) Lunds Univers. Arskrift 1889. Abt. **4.** S. 25.
[5]) Öfversikt af Finska Vetenskamps Societ. Förhandl. 1877. **39.**
[6]) Sitzungsber. d. K. böhm. Ges. d. Wiss. 1897. **19.** S. 5 ff.
[7]) Americ. Journ. Sc. 1882. **24.** S. 250 ff.
[8]) Geol. Fören. i Stockh. Förhandl. 1889. **11.** S. 171 ff.
[9]) Zeitschr. f. Kryst. 1903. **37.** S. 550 ff.

und Sprüngen des Monazits steht, macht seine sekundäre Entstehung wahrscheinlich. Denn aufser an Rissen und Sprüngen wurde nie ein Thoritkörnchen bemerkt, wie ja auch der Monazit von Chester, dem die Spaltrisse fehlen, von Thorit vollkommen frei ist.

Es bleibt nun noch die Frage offen: Ist der Thorit als solcher in den Monazit eingewandert oder liegt in ihm das Zersetzungsprodukt eines dem Monazit isomorphen Thorerdephosphats vor. Penfield (l. c.) spricht sich über diese Frage nicht aus, indem er überhaupt den Thorit als eine primäre Interposition zu betrachten scheint.

2. Chemische Untersuchung.

Diese Frage möge an der Hand der chemischen Analysen, die zu meiner Kenntnis gelangt sind, zu lösen versucht werden.

In der nebenstehenden Tabelle sind in den Rubriken I, II, IV, V die Resultate von 22 Analysen, die von Penfield, Penfield und Sperry, Blomstrand, Preis, Ramsay herrühren, soweit sie sich auf die Phosphorsäure (I), die Ceroxyde (II), die Kieselsäure (IV), die Thorerde (V) beziehen, zusammengestellt. Die Rubrik III ergibt denjenigen Ceroxydgehalt, welcher der gefundenen Phosphorsäure zur Gestaltung der Formel $Ce\,P\,O^4$ (Monazit) entsprechen würde; die Rubrik VI führt ähnlich den Thorerdegehalt auf, wie er sich auf Grund der gefundenen Kieselsäure für die Formel $Th\,Si\,O^4$ (Thorit) ergeben würde. Die Analysen sind nicht in chronologischer Reihenfolge angeordnet, sondern nach ihrem Thorerdegehalt, so dafs No. 1 mit der geringsten Thorerdemenge beginnt und No. 22 mit dem höchsten Gehalt daran schliefst. Der etwa vorhandene Gehalt an Yttrium wurde als ein normales Yttriumphosphat bei den Ceroxyden und der Phosphorsäure in Abzug gebracht.

In einem normalen Ceroxydphosphat $Ce\,P\,O^4$ müfsten die Ceroxyde und die Phosphorsäure in einander genau entsprechenden Prozenten vorhanden sein, es müfsten daher, wenn wir aus der gefundenen Phosphorsäure die zu erwartenden Ceroxyde berechneten, diese mit der durch die Analyse erhaltenen Menge derselben übereinstimmen. Dafs dies in sehr vielen Fällen nicht geschieht, zeigt ein Vergleich der II. und III. Rubrik der Tabelle. Bei den Analysen 2, 3, 7, 8, 9, 11,

13, 14, 16—20, 22, also bei 14 Analysen, ist die so berechnete Menge der Ceroxyde eine zum Teil bedeutend (bis 6%) gröfsere als die gefundene, d. h. also, es ist für eine Formel $Ce\,PO^4$ zuviel Phosphorsäure vorhanden. Da diese überschüssige Phosphorsäure natürlich an eine Base gebunden sein mufs, so käme als nächste hier wohl die Thorerde in Betracht. Um mit der Gesamtmenge derselben ein dem neutralen Orthophosphat $Ce\,PO^4$ analoges Salz zu bilden, könnte es sich bei der Vierwertigkeit des Thoriums nur um $Th^3\,(PO^4)^4$ handeln. Dazu langt jedoch einerseits der Überschufs an Phosphorsäure nicht zu, andrerseits würde die Annahme, dafs der ganze Thorerdegehalt als jenes Phosphat vorhanden sei, auch mit dem Resultat der mikroskopischen Untersuchung im Widerspruch stehen, welche die Gegenwart eines Thorerdesilikats $Th\,Si\,O^4$ (Thorit) ergab. Wir müssen darum zunächst einmal das Verhalten der Kieselsäure zur Thorerde betrachten, bevor wir über einen Zusammenhang der letzteren und der Phosphorsäure, der zweifellos vorhanden ist, ein Urteil zu fällen vermögen.

Aus den Rubriken V und VI ist ersichtlich, dafs bei den 10 Analysen 8, 9, 11, 14, 16—20, 22 der nach der Formel $Th\,Si\,O^4$ aus der Kieselsäure berechnete Thorerdegehalt über 1% niedriger als der gefundene ist, dafs daher die Kieselsäure nicht völlig ausreicht, um mit aller vorhandenen Thorerde Thorit zu bilden. Vor allem zeichnen sich an Thorerde reichere Varietäten des Monazits durch ihre zu geringe Kieselsäuremenge aus. Haben doch von jenen 10 Analysen 8 über 9% Thorerde und zeigen eben die letzten in der Reihe 19, 20, 22 besonders grofse Differenzen. — Auf die von den übrigen sehr stark abweichenden Resultate der Analysen 12, 15, 21 ist kein allzu grofses Gewicht zu legen, da ihr Material nach Angabe der Analytiker sehr stark zersetzt oder sehr unrein gewesen ist. Es sind nun nur noch 3 Analysen, 3, 6, 10, bei denen der berechnete Thorerdegehalt den gefundenen übertrifft, also mehr Kieselsäure vorhanden ist, als zu einem normalen Thorerdesilikat nötig, während bei den Analysen 1, 2, 4, 5, 7, 13 beide Mengen innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmen.

Nun ergab aber das Mikroskop das Vorhandensein noch anderer Silikate, wie Sillimanit, Glimmer, und von Quarz, die

sich auch in der Analyse durch das Auftreten eines Tonerde-, Kalk- und Alkaligehaltes äufsern, so dafs umsoweniger alle gefundene Kieselsäure mit der Thorerde verbunden sein kann. Da die Gegenwart eines mechanisch beigemengten Thorerdesilikats als Thorit aber unzweifelhaft ist, so müfste daneben noch überschüssige Thorerde vorhanden sein, ein Ergebnis, welches mit dem oben auf einem anderen Wege erlangten übereinstimmt, zumal da alle Analysen, die einen Überschufs an Thorerde aufweisen, auch einen solchen an Phosphorsäure zeigen. Die Erklärung dieser zu grofsen Mengen würde in der Annahme beruhen, dafs neben dem Ceroxydphosphat des Monazit noch ein Thorerdephosphat

$$Th^3 (PO^4)^4$$

zugegen und aufserdem $Th\,Si\,O^4$ als Thorit mechanisch interponiert ist.

Es fragt sich nun noch, in welcher Form wir uns ein Thorerdephosphat im Monazit zu denken haben? Ein mechanischer Einschlufs ist ziemlich ausgeschlossen, da man ja sonst im Mikroskop etwas davon hätte bemerken müssen. Gegen ein normales Doppelsalz spricht die äufserst schwankende Menge der Thorerde von 1,48 % bis 17,82 %. Es dürfte deshalb nur noch eine isomorphe Mischung als Ausweg übrig bleiben in Gestalt von

$$x\,(Ce, La, Nd, Pr)^4\,(PO^4)^4 + y\,Th^3\,(PO^4)^4.$$

Von dieser wäre das eine Endglied in dem Monazit von Alexander Co. (No. 1) fast rein gefunden — wenn wir von den älteren Analysen absehen, die überhaupt keinen Thorerdegehalt angeben — während das andere Endglied $Th^3\,(PO^4)^4$ zur Zeit noch aussteht. Doch scheint obige Formel die einzige Möglichkeit zu gewähren, ein Thorerdephosphat von so schwankender Menge unterzubringen.

Dafs ein solches in der Tat nur als ursprüngliche isomorphe Zumischung, nicht als Interposition oder als sekundäre Einwanderung aufzufassen ist, dafür spricht aufser der Anwesenheit der Thorerde in allen analysierten Monaziten vor allem der Umstand, dafs die an Thorerde reicheren Minerale auch an Phosphorsäure gegenüber den Ceroxyden einen gröfseren Überschufs haben, als die an Thorerde ärmeren. Was nun das

daneben vorhandene Thorerdesilikat anbetrifft, so wird dessen primäre Natur durch den engen Zusammenhang, in dem das Mineral mit den Spalten des Monazits zu stehen scheint, sehr unwahrscheinlich gemacht. Es bleibt also wohl nur noch die sekundäre Entstehung des Thorits übrig. Leider besitzen wir nur 2 Analysen (15, 21) von zersetztem Monazit, die in ihren Resultaten betreffs des Verhaltens der Ceroxyde und der Phosphorsäure so weit auseinander gehen, daſs wir in dieser Richtung einen Schluſs nicht ziehen können Doch zeigen beide einen bedeutenden Zuwachs an Kieselsäure, der auf eine Mitwirkung kieselsäurehaltiger Gewässer bei der Zersetzung schlieſsen läſst und es wahrscheinlich macht, daſs der Thorit aus dem Thorerdephosphat des Monazits infolge von Zersetzung durch Kieselsäure führende Gewässer entstanden ist.

Anmerkung. Nach Abschluſs vorliegender Arbeit erschien der Aufsatz von E. Hussak und J. Reitinger[1]), die auf Grund ihrer Untersuchungen der Monazite von Bandeïra de Mello und Bandeirinha — die Analysen sind in der bekannten Umrechnung der Tabelle als No. 23 und 24 angefügt — zu dem Resultat gelangten, daſs Kieselsäure kein wesentlicher Bestandteil des Monazits ist, da dieser auch frei davon sich vorfindet und daſs „Thorium gleich *Cer, Lanthan* und *Didym* an Phosphorsäure gebunden ist", ein Resultat, das mit dem vorstehend bewiesenen völlig übereinstimmt. Wenn aber die beiden letztgenannten auf Grund des Fehlens von SiO^2 im frischen Monazit von Bandeirinha sich gegen die „Theorie" Penfields von der Beimengung des Thorits, die sich auf mikroskopische Beobachtungen stützt, und gegen die Blomstrands aussprechen, so scheint es nach dem vorstehenden doch, als ob sich diese Ansicht nicht in vollem Umfange aufrecht erhalten lieſse.

II. Über den Kakoxen.

Der Erste, der sich mit dem optischen Verhalten des Kakoxens befaſst hat, war H. Fischer[2]). Für die lichtgelben Nädelchen von St. Benigna (Böhmen) gibt er das völlige Fehlen des Dichroismus an, sowie „die schiefe Auslöschung,

---

[1]) Zeitschr. f. Kryst. 1903. 37. S. 550 ff.
[2]) Vgl. Ztschr. f. Kryst. 4. 1880. S 374.

welche unter einem kleinen Winkel (5 — 8°) stattfindet". Ob dieselbe sämtlichen Nädelchen oder nur einem Teil derselben eigen ist, findet sich nicht erwähnt. Luquer[1]), der sich eine Reihe von Jahren später mit dem Mineral beschäftigte, erhielt ein ganz anderes Resultat. Bei den durch ihn untersuchten Kakoxenen von Bearville (Lancaster Co., Penns.), Zbiroff (Böhmen), Weilburg (Nassau), Lobenstein (Reuſs) und Zwickau (Sachsen) zeigten sämtliche Kristalle eine vollkommen gerade Auslöschung, sowie einen schwachen Dichroismus, und zwar orange parallel der Längsrichtung, hellgelb senkrecht dazu. Weinschenk[2]) hingegen fand für den Kakoxen vom Hühnerkobel bei Rabenstein und „andere" in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von H. Fischer (l. c.), daſs „die Achse kleinster Elastizität einen Winkel von ca. 8° mit der Längsachse der Nadeln bildet"; dies scheint sich auf sämtliche Nädelchen beziehen zu sollen. Die lichtgelben Nädelchen besitzen parallel zur Längsachse eine etwas stärkere Absorption. — Weinschenk „glaubt, daſs sich die Angabe von Luquer (l. c.) nicht aufrecht erhalten lasse". Danach würde jedenfalls für den Kakoxen das rhombische System ausgeschlossen sein. Vor kurzem haben nun E. Wittich und B. Neumann[3]) ein neues, dunkles Kakoxenvorkommen in Oberrosbach bei Friedberg in der Wetterau entdeckt und fanden bei der mikroskopischen Untersuchung der Nädelchen die Ansicht von Luquer bestätigt, daſs die Kristalle eine vollkommen gerade Auslöschung, sowie einen schwachen Dichroismus haben.

Bei diesen einander widersprechenden Beobachtungsresultaten schien es wünschenswert, weitere Prüfungen vorzunehmen. Es wurde zu diesem Zwecke der Kakoxen von St. Benigna bei Zbiroff (Böhmen) untersucht. Er findet sich in bis 0,4 cm groſsen radialfasrigen Aggregaten von hellgelber Farbe und seidenartigem Glanz auf den Klüften und in den Hohlräumen von Brauneisenerz. Das Pulver war leicht löslich in verdünnter Salz- und Schwefelsäure sowie in konzentrierter Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure und Fluſssäure, während verdünnte Salpetersäure es nicht merklich angriff. Desgleichen waren Alkalien

[1]) Vgl. Americ. Journ. Sc. **46**. 1893. S. 154 ff.
[2]) Vgl. Ztschr. f. Kryst. **25**. 1896. S. 363.
[3]) Vgl. Centralbl. f. Min. etc. 1902. S. 656 ff.

ohne Wirkung. Im Glühröhrchen färbte das Pulver sich unter Wasserabgabe braun, vor dem Lötrohr sinterte es zu einer schwarzen Schlacke zusammen.

Unter dem Mikroskop zeigten sämtliche Nädelchen immer unzweifelhaft im Gegensatz zu H. Fischer l. c. eine völlig gerade Auslöschung. Der Dichroismus war sehr gut ausgebildet, und zwar war die Farbe der Nadeln bei Parallelismus von Längsachse und Nicol-Hauptschnitt orangegelb, bei Gekreuztsein derselben grünlichgelb. Aufserdem wurde eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit senkrecht zu den langen Kanten, also von basischem Verlaufe, beobachtet. Die Bemühungen waren nun vor allem darauf gerichtet, Querschnitte durch die äufserst zarten Nädelchen zu erhalten. Der Mangel an solchen hatte wohl bisher eine Einreihung des Kakoxens in ein Kristallsystem verhindert, wie ja die oben angegebenen Arbeiten sämtlich nur von einer geraden oder schiefen Auslöschung sprechen, nie aber das Mineral einem System zuweisen. Bei der üblichen Einbettung der Nädelchen in Kanadabalsam und Anbringung eines Deckgläschens stellten sich die Nädelchen immer dem Objektträger parallel. Erst nachdem in einer dicken Lage von Kanadabalsam durch Umrühren denselben eine sehr verschiedenartig gerichtete Stellung erteilt war und alsdann der erhärtete Balsam zu einem gröberen Pulver zerkleinert wurde, gelang es, bei der mikroskopischen Untersuchung des letzteren, einige Querschnitte durch die Individuen des Kakoxens zu erhalten. Diese waren von hellgelber Farbe und regelmäfsigen sechseckigen Umrissen. Die Kantenwinkel betrugen nach mehrfachen genauen Messungen 120°. Bei gekreuzten Nicols erwiesen diese Schnitte sich als vollkommen isotrop. Ein Achsenbild konnte bei den sehr geringen Dimensionen der Querschnitte — der Durchmesser des gröfsten von diesen betrug nur 0,09 mm — leider nicht erhalten werden. Doch mufs nach diesen Beobachtungen der Kakoxen von Zbiroff unbedingt dem hexagonalen Kristallsystem zugesprochen werden. — Wie es sich mit demjenigen anderer Fundpunkte, vor allen von den Orten, für die eine schiefe Auslöschung angegeben ist, verhält, liefs sich nicht bestimmen, da dem Verfasser das betreffende Material nicht zu Gebote stand. Sollte wirklich dort eine schiefe Auslöschung vorhanden sein, so haben wir es in diesen Vorkomm-

nissen wahrscheinlich mit einem anderen Mineral zu tun. Dafür scheinen auch die großen Differenzen in den Analysenresultaten der verschiedenen Vorkommnisse zu sprechen, die es sehr glaubhaft machen, daß unter dem Namen Kakoxen eine Reihe ähnlich aussehender, aber keineswegs chemisch und optisch identischer Minerale zusammengefaßt werden.

III. Über den Pissophan.

Der Pissophan verdankt seinen Namen und seine erste mineralogische Erforschung Breithaupt[1]), der von ihm sagt: „Der Pissophan gehört zu den opalartigen Gebilden, die sich wie Gallerten erzeugen, und wegen seiner Weichheit muß man ihn in die Ordnung der Porodinen, die man auch Guhren nennt, rechnen". Von ihm wurden zwei verschiedene Varietäten untersucht, und zwar eine „pistaziengrüne" und eine bräunliche, die sich beide vergesellschaftet und mit Übergängen zwischen einander in den Alaunschieferbrüchen von Reichenbach i. Vogtl. und von Saalfeld i. Thür. fanden. Analysen von der ersteren Abart hat O. L. Erdmann[1]) angefertigt.

Diese Untersuchungen stammen aber aus einer Zeit, zu der die Anwendung des Mikroskops bei mineralogischen Arbeiten noch nicht bekannt war. Es schien deshalb wünschenswert, die Resultate Breithaupts an der Hand des Mikroskops zu prüfen, da sich in manchen Fällen Minerale, die früher für amorph gehalten wurden, u. d. M. in ein Gewebe feinster kristallinischer Individuen auflösten. Diese Untersuchung schien um so mehr geboten, als J. D. und E. S. Dana[2]) es für wahrscheinlich halten, daß der Pissophan überhaupt „kein einfaches Mineral" sei.

Zu diesem Zwecke wurden vom Pissophan von Reichenbach und von dem von Garnsdorf bei Saalfeld einige Dünn-

[1]) Schweigger-Seidel, N. Jahrb. f. Chem. und Phys. 62. 1831. S. 104 ff.

[2]) Descriptive Mineralogy VI. ed. 1892. S. 971.

schliffe angefertigt sowie einige qualitative chemische Bestimmungen gemacht, da das vorhandene Material für eine quantitative Analyse nicht genügte.

In Übereinstimmung mit den beiden obengenannten ergab sich die Härte als nicht ganz = 2. Dabei war das Mineral aber derart spröde, daſs es schon bei geringem Druck in scharfkantige Bruchstücke zerspringt. Das Pulver war von grünlich-weiſser Farbe. Im Glührohr färbt es sich unter Abgabe sauren Wassers braun. Vor dem Lötrohr backt es zu einer dunkelbraunen Schlacke zusammen, mit Soda geglüht gibt es auf Silber den Schwefelfleck. Im Gegensatz zu den oben genannten Forschern lieſs sich eine bedeutende Löslichkeit des Pissophans in destilliertem und von Kohlensäure freiem Wasser nachweisen, die sich sowohl durch einen Niederschlag von Bariumsulfat bei Zusatz von Chlorbarium, wie auch durch die Fällung von Eisen- und Tonerdehydroxyd bei Zusatz von Chlorammonium und Ammoniak äuſserte. Die wässrige Lösung des Pissophans zeigte eine deutliche Säurereaktion, so daſs wahrscheinlich schon Wasser eine Zerlegung in Eisenoxydsulfat und Tonerdesulfat bewirkt, die sich ja beide in Wasser mit saurer Reaktion lösen. Aus dieser Lösung konnte der Pissophan durch Eindampfen nicht wieder zur Abscheidung gebracht werden, ebenso wie auch durch Verdampfen einer Mischung von Eisenoxydsulfat- und Tonerdesulfatlösungen kein Pissophan erhalten werden konnte. Wie von Wasser wurde derselbe auch von verdünnten und konzentrierten Säuren leicht und völlig gelöst; verdünnte Alkalien zersetzen ihn unter Abscheidung von Eisen- und Aluminiumhydroxyd.

Im Dünnschliff war der Pissophan mit hellgrüner bez. hellgelber Farbe durchsichtig und von zahlreichen unregelmäſsig verlaufenden Rissen und Sprüngen durchsetzt. Zwischen gekreuzten Nicols erwies er sich in den Schliffen, die nach verschiedenen Richtungen durch ihn gelegt waren, immer vollkommen isotrop, so daſs an seiner Zugehörigkeit zu den amorphen Mineralen nicht zu zweifeln war. Als fremde Einschlüsse wurden trefflich ausgebildete farblose Gipskristalle, zum Teil auch schöne Schwalbenschwanz-Zwillinge von bis 0,03 mm Gröſse in ziemlicher Menge bemerkt. Im übrigen aber ergab sich der Pissophan als ein völlig homogenes Mineral.

Was die chemische Zusammensetzung des Pissophans anbetrifft, so hat O. L. Erdmann (l. c.) zwei Analysen von der pistaziengrünen Abart von Garnsdorf ausgeführt (I und II) und daraus das Mittel (III) berechnet.

	I	II	III	IV
Schwefelsäure . . .	12,700	12,487	12,593	11,90
Tonerde	35,155	35,301	35,288	6,80
Eisenoxyd	9,738	9,799	9,769	40,06
Wasser	41,690	41,700	41,695	40,13
Bergart und Verlust	0,717	0,709	0,715	1,11
	100,000	100,000	100,000	100,00

J. D. Dana gibt in der 5. Auflage seiner „Descriptive Mineralogy. 1868“, S. 662 die beiden Analysen I und II wieder und fügt unter der Bezeichnung „yellow“ noch eine Analyse IV, ebenfalls von O. L. Erdmann veranstaltet, hinzu.

In der von E. S. Dana besorgten 6. Auflage 1892, S. 971, wird die Durchschnittsanalyse III der grünen Varietät und sodann unter der Bezeichnung „yellow ocherous“ die Analyse IV wiederum mitgeteilt.

An beiden Orten findet sich die Vermutung ausgesprochen, daß der Pissophan wohl kein einfaches Mineral sei, worauf allerdings die höchst beträchtlichen Gegensätze zwischen III und IV verweisen würden.

Nun ergibt aber die Einsicht in die Erdmannsche Abhandlung, daß die darin enthaltenen Ergebnisse durch J. D. und E. S. Dana zum Teil irrtümlich zitiert worden sind. Die angeblich für den gelben ockerigen Pissophan geltende Analyse IV bezieht sich nämlich überhaupt gar nicht auf dieses Mineral, sondern auf blaßgelbliche, mürbe, stalaktitische Rinden, welche die braune Abart des Pissophans begleiten, und die, wenn sie auch „dieselben Bestandteile wie der letztere, nur in anderen Verhältnissen enthalten“, doch mit dem eigentlichen Pissophan nichts zu tun haben. Auch Breithaupt hält den Pissophan von den gelben Rinden getrennt, welche übrigens eine viel geringere Härte besitzen und sich beim Trocknen anders verhalten. Die bisherigen Analysenresultate sind also nicht geeignet, die Homogenität oder die Selbständigkeit des Pissophans in Zweifel zu ziehen.

IV. Über einen Seifenstein von Kutahia.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Dr. Philippson in Bonn war das Leipziger mineralogische Museum in den Besitz eines Stückes sog. Seifensteins gekommen, welches dieser auf einer Reise in Kleinasien aus Kutahia mitgebracht hatte. Dieses Stück wurde mir von Herrn Geh. Rat Professor Dr. Zirkel zur näheren Untersuchung überlassen.

Herr Philippson machte über seine Verwendung und sein Vorkommen folgende nähere Angaben:

„Der Seifenstein, türkisch Kil, ist in allen Bazaren türkischer Städte in Kleinasien zu finden. In besonders grofser Menge kommt er in Kutahia und anderen Städten des Hochlandes zum Verkauf, da dort die Seife — zu der an der Küste Oliven verarbeitet werden — verhältnismäfsig teuer ist. Auch meine Stücke sind in Kutahia gekauft. Als Orte des Vorkommens wurden mir übereinstimmend von den Händlern Engeri und Mohalitsch bei Siwrihissar (Vilajet Angora) angegeben. Ich habe diese Gegend nicht besucht. Der Seifenstein wird lediglich zum Waschen der Wäsche benutzt, und zwar in folgenden beiden Weisen: Der feingemahlene Kil wird entweder dünn auf die angefeuchtete Wäsche gestreut und dann wäscht man mit heifsem Wasser, oder aber er wird in heifsem Wasser suspendiert und dann wird mit dieser Trübe gewaschen. Jedenfalls greift er den Stoff sehr viel stärker an als Seife. Er ist aber auch sehr billig: In Kutahia kostet auf dem Markte die Oka = $1^1/_4$ kg 30 Para = 13 Pfennig. — Die Angabe in Meyers Reisebuch „Türkei etc.“, dafs dicht bei Kutahia Seifenstein gegraben wird, ist unrichtig.“

Leider fehlt also jegliche Kenntnis über das geologische Vorkommen des Seifensteins, so dafs wir nicht sagen können, ob er als Verwitterungsprodukt eines kristallinischen Gesteins auftritt, wie z. B. die sog. Walkerde von Rofswein in Sachsen, die dem Seifenstein in seinem ganzen Verhalten und der Verwendungsart sehr ähnelt und hier durch die Verwitterung eines Flasergabbro entstanden ist; oder ob wir es mit einer sedimentären Ablagerung zu tun haben, wie sie für die Walkerde von Nutfield in Surrey bekannt ist, oder ob er endlich nur Knollen und Putzen in irgend einer anderen Ablagerung bildet, wie der

ihm sonst ähnliche Hygrophilit in den Quarzsandsteinen und Kieselkonglomeraten des unteren Rotliegenden von Halle a. S.[1]).

Der anatolische „Seifenstein" ist von sehr lichter graulichgrüner Farbe und mattem Glanz, der durch Reiben ziemlich verstärkt wird. Die Masse erscheint äußerlich ganz homogen, indem distinkte Partikelchen nicht darin zu erblicken sind. Er fühlt sich fettig an, doch in geringerem Maße als Ton. Die feuchte Zunge bleibt beim Berühren sehr fest an ihm hängen; Fette werden von ihm lebhaft eingesogen. Beim Anfeuchten wird er nicht, wie ein gewöhnlicher Ton, plastisch, sondern ein Stück zerfällt in Wasser zuerst sofort in scharfe kantige Brocken, die sich bald völlig auseinanderlösen, und ihren Zusammenhang verlieren, wobei die allerfeinsten Partikelchen, die den größten Teil ausmachen, als Trübe im Wasser schweben. Das getrübte Wasser fühlt sich wie eine gewöhnliche Seifenlauge an, nur daß es nicht schäumt. Auch fehlt die alkalische Reaktion. Beim Schlagen zerspringt der Seifenstein in unregelmäßige scharfkantige Brocken. Die Härte ist gering, ungefähr 2,5. Der Fingernagel hinterläßt keinen Eindruck. Das spezifische Gewicht ließ sich infolge des sehr schnellen Zerfalls der Substanz in äußerst feine, vom Wasser suspendierte Partikelchen, nicht bestimmen. Doch dürfte die Suspension nicht etwa auf ein dem Wasser gleiches spez. Gewicht schließen lassen. Sie ist vielmehr nur ein Beweis für die Zusammensetzung aus überaus feinen Teilchen. Infolgedessen war auch unter dem Mikroskop eine genauere Bestimmung nicht möglich. Es lagen rundliche, durchscheinende, fast farblose Körnchen von durchweg gleicher Größe, 0,003 mm, und vollkommen gleichem Habitus vor, so daß ein Gemisch verschiedenartiger Substanzen ausgeschlossen ist. Die Doppelbrechung äußerte sich infolge der geringen Größe der Körner natürlich auch nur in höchst geringem Maße, aber sie ließ sich wenigstens deutlich wahrnehmen. Als sehr seltene Beimengungen fanden sich wohlausgebildete Quarzdihexaeder von den gleichen geringen Dimensionen und sehr feine farblose Nädelchen unbekannter Natur, deren optische Eigenschaften infolge ihrer geringen Größe überhaupt nicht zu beobachten waren. Eine Doppelbrechung war nicht nachzuweisen.

---

[1]) Laspeyres in Tscherm. Min. u. petr. Mitteil. 1873. S. 147.

Im Glühröhrchen färbte sich das weifslichgrüne Pulver unter Wasserabgabe lichtbräunlich. Die Phosphorsalzperle gab die Eisenreaktion sowie ein Kieselskelett. Vor dem Lötrohr sinterte die Substanz zu einer hellbraunen Schlacke zusammen, die mit Kobaltsolution befeuchtet die Tonerdereaktion zeigte. Das Pulver wurde durch Säuren, wie Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt, während Alkalien und kohlensaure Alkalien in gelöstem Zustande nicht einwirkten, dagegen in der Schmelze leicht eine Zerlegung bewirkten.

Eine Untersuchung über das Verhalten der feingepulverten Masse zu der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit wurde aus Anlafs der Wassergehaltsbestimmung in der Weise vorgenommen, dafs 1 g der bei 100° C getrockneten Substanz 48 Stunden bei ca. 17° C in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume aufbewahrt wurde, in dem zugleich ein Gefäfs mit Wasser zum Ersatz des etwa aufgesogenen Wassers stand. Es zeigte sich, dafs das Pulver in dieser Zeit eine Gewichtszunahme von 0,2476 g erfahren hatte, die bei abermaligem Trocknen bei 100° C vollständig wieder abgegeben wurden. Das Pulver hatte in dieser Zeit also fast 25% seines Eigengewichts aus der Luft an Wasser angesogen. Dabei hatten sich seine äufseren Eigenschaften absolut nicht geändert. Es war nicht feucht geworden und zeigte sich auch nicht plastisch. Die Substanz bei 200° C getrocknet, verlor 2,03% Wasser unter gelinder Bräunung. Beim Glühen entwichen noch 7,43%, die höchstwahrscheinlich chemisch gebunden sind, während die erstgenannten 2,03% möglicherweise nur hygroskopisches Wasser darstellen. Denn es ist ja eine bekannte Tatsache, dafs sehr stark hygroskopische Substanzen das einmal aufgesogene Wasser zum Teil nur sehr schwer wieder abgeben, sondern meist es ziemlich fest halten. Der Glühverlust konnte hier ganz unbedenklich als Wasser angesehen werden, da eine genaue Analyse das Fehlen von Kohlensäure sowie oxydierbarer Substanzen feststellte.

Eine qualitative Analyse ergab zunächst die Anwesenheit von Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Kali und Natron. Zu den quantitativen Untersuchungen wurde jedesmal 1 gr bei 100° C getrockneter Substanz benutzt. Die Aufschliefsung erfolgte durch längere Digestion mit konzentrierter Salzsäure. Zum Zweck der Untersuchung, ob Eisen-

oxyd oder Eisenoxydul vorliege, wurde ein besonderer Aufschluſs mit konzentrierter Schwefelsäure unter Luftabschluſs vorgenommen. Im übrigen wurde der allgemein übliche Gang der quantitativen Analysen befolgt. Die Ergebnisse zweier Analysen sind unter I, II angegeben, III ist der Durchschnitt derselben, IV die Berechnung des letzteren auf 100 %, V und VI geben die Molekularverhältnisse, wobei für V 9,46 % Wasser angenommen sind, für VI nur 7,43 %, IVa die Umrechnung der Analyse bei Annahme von nur 7,43 % Wasser.

	I	II	III	IV	IVa	V		VI	
Kieselsäure	53,70	54,50	54,10	53,80	54,99	0,889		0,909	
Tonerde	20,22	20,04	20,13	20,02	20,47	0,392	0,424	0,401	0,433
Eisenoxyd	2,43	2,67	2,55	2,54	2,60	0,032		0,032	
Kalk	3,38	3,08	3,23	3,21	3,29	0,057	0,185	0,058	0,189
Magnesia	4,94	5,36	5,15	5,12	5,24	0,128		0,131	
Natron	4,95	4,69	4,82	4,78	4,90	0,154	0,177	0,158	0,181
Kali	1,18	0,96	1,07	1,06	1,08	0,023		0,023	
Wasser	9,46	9,46	9,46	9,46	7,43	1,051		0,844	
Sa.	100,26	100,76	100,51	100,00	100,00				

Aus diesen Analysen lieſse sich eine Formel von annähernd folgenden Werten aufstellen:

$$2\,\overset{I}{R}{}^2 O,\ 2\,\overset{II}{R}\,O,\ 5\,\overset{III}{R}{}^2 O^3,\ 10\,Si\,O^2,\ 12\,H^2 O \quad \text{oder}$$

$$2\,\overset{I}{R}{}^2 O,\ 2\,\overset{II}{R}\,O,\ 5\,\overset{III}{R}{}^2 O^3,\ 10\,Si\,O^2,\ 9\,H^2 O,$$

je nachdem man 9,46 $H^2 O$ oder 7,43 $H^2 O$ als chemisch gebunden erachtet. In der empirischen Schreibweise würde die Formel lauten:

$$H^{24}\,\overset{I}{R}{}^4\,\overset{II}{R}{}^2\,\overset{III}{R}{}^{10}\,Si^{10}\,O^{51} \quad \text{oder}$$

$$H^{18}\,\overset{I}{R}{}^4\,\overset{II}{R}{}^2\,\overset{III}{R}{}^{10}\,Si^{10}\,O^{48} = H^9\,\overset{I}{R}{}^2\,\overset{II}{R}\,\overset{III}{R}{}^5\,Si^5\,O^{24}.$$

Infolge dieser komplizierten Zusammensetzung scheint eine Formel überhaupt nicht recht angebracht zu sein, und dies um so mehr, als bisher für Seifensteine im allgemeinen auch noch keine Formeln angegeben sind.

Ein Vergleich mit den Analysen des eigentlichen Saponits[1]) zeigt uns sehr groſse Differenzen zwischen diesem und dem anatolischen Seifenstein, die eine Vereinigung aus-

[1]) Hintze, Handbuch d. Mineralogie 2. Bd. 1897. S. 809—810.

schließen dürften. In allen Fällen hat der Saponit einen erheblich geringeren Kieselsäuregehalt, 34, 32—50, 89 %. Ebenso ist bei unserem Seifenstein zu viel Tonerde vorhanden, die beim Saponit zwischen 4,20 und 18,07 schwankt, meist aber unter 10 % bleibt, während sie bei ersterem 20 % überschreitet. Desgleichen ist Magnesia bei ersterem in viel spärlicheren Mengen, nur 5,23 %, bei letzterem aber in Mengen von 9,57 bis 30,57 % vertreten, in bei weitem den meisten Fällen mit über 20 %. Wenn auch nun der gewöhnliche Saponit, wie aus den angeführten Beispielen hervorgeht, selbst keine Konstanz in der Zusammensetzung zeigt, so scheint doch ein weiterer Vergleich mit dem anatolischen Seifenstein wenig lohnend.

Eine viel bessere Übereinstimmung zeigt sich dagegen, wenn wir die sog. Walkerde mit dem anatolischen Seifenstein vergleichen, die in ihrer technischen Verwendung einander entsprechen, obwohl der mikroskopische Habitus ein völlig verschiedener ist. Während beim „Seifenstein" die Körnchen durchweg von gleicher Beschaffenheit und Gröſse waren, bestand die Walkerde von Roſswein aus einem Gemenge verschieden groſser, ganz unregelmäſsig begrenzter, teils langgestreckter, teils rundlicher Körper von gelber, grünlicher und brauner Farbe. Das Haften an der Zunge war ein bedeutend geringeres, auch zerfiel die Substanz im Wasser nicht in scharfe, kantige Brocken, sondern löste sich zu einem feinen Pulver.

Die chemische Ähnlichkeit ist immerhin eine bemerkenswerte, wie die folgenden Analysen zeigen.

No. VII. und VIII. geben die Analysen der Walkerde von Reigate (Engl.) nach Klaproth Beiträge IV. S. 334 (VII) und von Roſswein (Sachsen) von Sachsse und Becker [1]).

	VII.	VIII.
Kieselsäure	53,00	50,62
Tonerde	10,00	22,36
Eisenoxyd	9,75	7,64
Kalk	0,50	1,94
Magnesia	1,25	5,24
Kali	—	2,74
Natron	—	2,36
Wasser	24,00	7,22
Chlornatrium	0,10	—
Sa.	98,60	100,12.

[1]) Die Landwirtschaftl. Versuchsstationen. 15. 1892. S. 256.

Auch hier ist zwischen den Zusammensetzungen, die die einzelnen Analysen ergeben haben, eine nicht geringe Differenz, doch ist unser Seifenstein augenscheinlich eher in die Gruppe der Walkerden zu rechnen, als in die der Saponite. Seine Übereinstimmung mit der Walkerde von Roſswein ist, abgesehen von einem geringen Kieselsäure-Überschuſs, eine ziemlich gute. Doch darf man sich nicht verleiten lassen, nun auch anzunehmen, daſs der Seifenstein eine gleiche Genesis habe, nämlich ebenfalls das Verwitterungsprodukt eines Gabbro sei. Dazu fehlen eben die Angaben über die Art und Weise, wie der Seifenstein sich in der Natur findet.

V. Zur Kenntnis einiger Minerale vom Campolongo.

Nachdem seit mehreren Jahren Herr Apotheker Dr. M. Schröder in Gera die Minerale des Campolongogebietes gesammelt hatte, stellte er mir diese in freundlichster Weise für eine eingehende Untersuchung zur Verfügung. Zugleich machte er über die Fundorte derselben folgende Angaben:

„Von Prato, westl. von Faido am Ticino, aus gelangt man über steil ansteigende Almen an dem Bannwald dieses Ortes vorüber, sowie nach Passierung einiger schlechter Aufschlüsse von gneisartigem Gestein in der Höhe von 1660 m auf die Alpe Cadonigo. Hie und da ist der Wald durch Bände von Bergsturzblöcken und Relikten von Lawinen unterbrochen, welche meist aus dem Strahlsteinschiefer der höheren Bergregion bestehen. Die flacheren Teile der Alpe Cadonigo bieten keinerlei Aufschlüsse; wenn man jedoch über die untersten Stadel emporgelangt, so bemerkt man bei ungefähr 1700 m Meereshöhe zuerst „Kalkrauchwacke“ und sodann den zuckerkörnigen Dolomit mit Tremolit von der Alpe Cadonighino. Bei 1775—1800 m überschreitet man abermals eine Lawinensturzhalde und gelangt auf dieser gegen die Höhe des Campolongogrates in einige Einschnitte, in denen von mir die ersten Turmaline gefunden wurden. Auf dem weiteren Wege zum Passo Cadonighino trifft

man auf einen Schuttkegel mit den Staurolith-, Cyanit-, Strahlstein- und Granatgesteinen, die vom Campolongograt herabgekommen sind, sodann anstehenden Dolomit mit anfangs wenig, bald aber mehr Tremolit. Zur Linken des Passo Cadonighino erblickt man die steileinfallenden Schichten des Dolomits, welcher durch allmähliches Übergehen mit dem hangenden Gneisglimmerschiefer des Pizzo Campolongo in Verbindung steht. Den Hintergrund des Campolongokessels schließt der Passo di Campolongo ab, welcher durch einen prächtig aufgeschlossenen Dolomitsattel gebildet wird, dessen vollen Umfang man erblicken kann, während zu beiden Seiten die steilen Klippen des Gneises zu schwindelnden Höhen emporragen. Zur Linken scheint eine Verwerfung die saiger stehenden Dolomitschichten betroffen zu haben und Veranlassung zu intensiver Neubildung von Quarzgängen, braunem Granat, sowie Erzausscheidungen geworden zu sein. Ebenso saiger wie der Dolomit ist auch der angrenzende überlagernde Gneis aufgerichtet. Gegen Westen erhebt sich der flachgelagerte Gneis, ebenfalls zu einem massigen Gebirgsstock, jedoch konnte ich mich aus Mangel an Zeit nicht über die Details der Lagerungsverhältnisse genauer informieren. Aber ich habe nirgends anstehend ein granitisches Eruptivgestein bemerken können, welchem man die kontaktmetamorphe Einwirkung hätte zuschreiben dürfen, die man nach dem eigenartig körnigen Habitus der Triasschichten und der denselben beigemengten Mineralien annehmen möchte."

Soweit Herr Dr. Schröder.

Was nun das geologische Alter anbelangt, so rechnet Herr Schröder in Übereinstimmung mit C. Schmidt[1]) die Schiefer zur Trias, während K. v. Fritsch[2]) für dieselben die Gruppe der Bündner Schiefer in Anspruch nimmt, deren Alter zwar nicht genau feststeht, die man aber wahrscheinlich auch der Trias wird zurechnen dürfen. Bisher machte das Fehlen fossiler Überreste eine Altersbestimmung unmöglich. Der Meinung K. v. Fritsch's schließt sich Fr. Rolle[3]) an, der über die

---

[1]) C. Schmidt: Centrale Schweizer Alpen-Guide Geologique dedié au Congres internationale 1894. S. 157.

[2]) Beiträge zur Geologie der Schweiz 1875. S. 109.

[3]) Erläuterung u. Profile zur geol. Karte d. Umgebung Bellinzona im Kanton Tessin. Bern 1881.

Lagerungsverhältnisse am Campolongo folgendes angibt: „Was die Umlagerung des Tessin-Massivs durch jüngere Formationen betrifft, so ist sie an der Nordseite, namentlich in der Strecke von Airolo im Osten bis zum Piano di Segno und im Südosten bis in die Gegend von Faido und Chironico sehr vielgestaltig und läſst eine doppelte Einmuldung mit zwei Zonen von Bündner Schiefer, vier Zonen von Dolomit und dazwischen einen Sattel von Glimmerschiefer erkennen. Eine wiederholte Abknickung, ein Zickzackverlauf ist im Zug des Dolomits wiederholt am Luckmanier in Südosten bis zum Piano di Segno, von da im Westen bis Airolo, von da in Südosten bis Prato und Piumogna, endlich von da in Westen über Alpe Campolongo bis Fusio zu bemerken und läſst auf die Energie und die streckenweise wechselnde Druckrichtung bei der Bildung der beiden gleichlaufenden Massive, des Gotthardt-Massivs im Norden, des Tessin-Massivs im Süden, zurückschlieſsen."

Die für die Führung accessorischer Minerale vor allem in Betracht kommenden Gesteine sind die Glimmerschiefer und die Dolomite, von denen zunächst die Rede sein möge.

1. Die Gesteine des Campolongogebietes.

a) Die Glimmerschiefer

sind, wie schon die Untersuchungen von Fr. Rolle l. c. zeigten, in überwiegender Mehrheit Muscovitschiefer.. Nur sehr selten stellt sich dazwischen einmal ein Schiefer mit dunklem Glimmer ein. Meistens sind sie äuſserst schön gefältelt, von silbergrauer bis bräunlicher Farbe, letzteres durch Gegenwart von Eisenoxydhydrat, und hohem Glanze. U. d. M. zeigt sich ein Gemenge sehr kleiner, abgerundeter Quarzkörnchen, zwischen die sich der Glimmer meist in Aggregaten feinverfilzter Schüppchen, seltener in gröſseren Blättchen, hindurchwindet. Ab und zu sieht man auch ein Biotitschüppchen.

Das wäre das Aussehen des normalen Muscovitschiefers. Als eine besondere Abart ist ein vollkommen schwarzer, ebenfalls lebhaft glänzender Glimmerschiefer besonders zu erwähnen, dessen Glimmermineral gleichfalls Muscovit ist, der aber, wie die Quarzkörner des Gesteins, durch zahlreiche Graphitschüppchen vollkommen schwarz gefärbt wird. Nur sehr dünne

Präparate gestatten überhaupt einen Durchblick, derart dicht ist die Erfüllung der Minerale mit Graphit. Dafs hier wirklich ein Kohlenstoffmineral, und nicht etwa ein opakes Erz vorliegt, bewies einerseits das geringe spezifische Gewicht des Schiefers = 2,82, andrerseits zeigte sich auch, dafs bei heftigem Glühen die schwarze Farbe des Schiefers sich in ein helles Braun verwandelte. Dieselbe Erscheinung wies auch die verwitterte Aufsenseite der Handstücke auf, indem hier der Kohlenstoff den oxydierenden Einflüssen der Atmosphärilien zum Opfer gefallen und das Gestein so gebleicht war.

Von demselben Fundpunkte, dem Campolongograt, stammen auch einige Hornblendegesteine, die wenigstens an den vorliegenden Stücken nicht die geringste Spur von planer Parallelstruktur zeigten, vielmehr aus einem gleichmäfsig körnigen, richtungslosen Gemenge von 2—3 cm grofsen, grünen Hornblende-Individuen, ebenso grofsen weifsen Plagioklasen, grofsen Nestern von weifsem Kalkspat sowie reichlich beigemengten Biotitschüppchen und einzelnen grofsen, blutroten Granatkörnern bestehen. Die ehemalige eruptive Natur dieser Gesteine ist sehr wahrscheinlich.

b) Die Dolomite

des Campolongogebietes sind schon von alters durch ihren Reichtum an Mineralen bekannt, wie die Arbeiten von Ebel[1]), Studer[2]), Engelmann[3]) sowie zahlreiche andere noch zu erwähnende beweisen. Wir unterscheiden zwei Arten derselben:

1. Einen vollkommen weifsen Dolomit. Dieser findet sich auf der Alpe Cadonigo und ist mittel- bis feinkörnig. Eine Schieferung ist nicht vorhanden. Das Gestein gleicht ganz einem schönen, weifsen Marmor, nur ist das Gefüge der Körner ein viel lockereres. Bei Behandlung mit verdünnter Säure braust das Gestein etwas, woraus auf das Vorhandensein von Kalkspat zu schliefsen ist. U. d. M. bemerkt man, dafs die Körner in vielen Fällen keine Zwillings-Streifung, dagegen deutliche kristallographische Begrenzung zeigen, mit-

[1]) Anleitung, die Schweiz zu bereisen. 2. S. 445 ff.

[2]) Geologie der Schweiz. 1. S. 402 ff.

[3]) Über den Dolomit des Binnenthals und seine Mineralien verglichen mit dem von Campolongo. Inaug.-Dissert. Bern 1877.

unter sogar in vollkommenen Rhomboëdern ausgebildet sind, die durch ein feines, kalkiges Zement verkittet werden. Dazwischen lagern einzelne gröſsere, reichliche Zwillings-Streifung aufweisende, irregulär begrenzte Karbonatkörner, dem Kalkspat angehörig. In diesem Dolomit finden sich vor allem der Tremolit und die bekannten grünen Turmaline, von denen weiter unten näheres berichtet wird.

2. Einen teils grauen, teils bräunlichen Dolomit. Dieser ist in dem Campolongogebiet der verbreiteste und steht in engem Zusammenhang mit den dort auftretenden Rauchwacken. Er ist der Träger einer groſsen Anzahl der weiter unten behandelten Minerale. Er zeigt teilweise nicht die geringste Spur von Schieferung, teilweise ist eine solche sehr deutlich wahrzunehmen und wird dann durch parallele Lagen von Muscovit, Biotit oder auch Talk hervorgerufen. Während Muscovit und Talk immer nur in feinen Schüppchen auftreten, findet sich der braune Biotit häufig in sehr wohlumgrenzten, sechsseitigen Täfelchen. Der Dolomit selbst besteht hier bald aus gröberen, bald feineren bis feinsten abgerundeten Körnchen, deren Gefüge ein sehr lockeres ist, so daſs das Gestein sehr leicht zerreiblich ist. Teils sind es, und das in der groſsen Mehrheit, einzelne Individuen, teils aber auch Zwillinge. Häufig zeigt sich auch ein gröſseres Kalkspatkorn, das dann durch seine polysynthetische Viellingsnatur deutlich von dem einfacheren Dolomit zu unterscheiden ist. Die graue Farbe des Dolomits tritt namentlich in einzelnen Lagen und Putzen hervor; sie wird erzeugt durch Beimengungen von Magnetit, der sich durch seine kristallographische Umgrenzung kenntlich macht, hauptsächlich aber durch Schüppchen von Graphit, die eine solche regelmäſsige Umgrenzung völlig vermissen lassen und dadurch sich von dem Magnetit unterscheiden. Beide finden sich nicht nur ebenfalls im Kalkspat, sondern erfüllen auch die Glimmerlamellen vielfach vollständig. Oft ist zu beobachten, wie ein solcher graphitreicher Streifen mitten in einem Glimmerblättchen scharf abschneidet, daher der eine Teil des letzteren völlig von ihm erfüllt ist, während die andere Hälfte fast ganz frei davon ist. — Ferner führt der Dolomit noch zahlreiche mikroskopische Körnchen von wasserhellem Quarz.

Daſs diese kalkigen Dolomite groſsen Druckwirkungen ausgesetzt waren, äuſsert sich, abgesehen von der deutlichen

Faltung und Fältelung, welche viele Stücke aufweisen, auch vor allem darin, daſs zahlreiche Trümmer und Gänge von weiſsem sehr groben Kalkspat und gelblichem bis weiſsem grobkörnigen Quarz durch sie hindurchsetzen, sowie in den vielfach verbogenen und zerbrochenen Individuen der accessorischen Minerale.

2. Die accessorischen Minerale des Campolongogebietes.

a) Turmalin.

Vom Turmalin des Campolongogebietes lagen mir nur bräunliche Arten zur Untersuchung vor. Die schönen grünen kurzprismatischen Kristalle, die zum Ruf von dem Mineralreichtums des Campolongo wesentlich beigetragen haben, scheinen jetzt schon lange völlig ausgebeutet zu sein. Herr Schröder hatte seinerzeit dieser Varietät seine ganz besondere Aufmerksamkeit zugewendet, doch war es ihm trotz eifrigen Suchens nicht gelungen, etwas davon aufzufinden. Nach Engelmann l. c. sind schon seit 1850 keine solchen Turmaline von dort mehr in den Handel gekommen. Dafür fand Herr Schröder einen hellbraunen Turmalin in ziemlicher Menge, den er zuerst infolge seines Aussehens für Phenakit hielt. Erst eine genauere Untersuchung ergab die Turmalinnatur des Minerals. Die untersuchten Handstücke stammen erstens aus einigen Eintiefungen der Alpe Cadonighino nach dem Passo zu, zweitens aus einem Wildbach, der von dieser Alpe sich in einer tiefen, mit Blöcken bestreuten Schlucht nach Mascengo zu herabstürzt. Der Turmalin war in allen Fällen langsäulenförmig und bis zu 5 cm groſs. Immer zeigten diese Säulen die Spuren starker Druckwirkungen, indem sie zerbrochen und gegeneinander verschoben und verbogen waren, so daſs mitunter die einzelnen Kristallfragmente einen Halbkreis bildeten. Die Säulen waren teils sechsflächig $\infty P2 = \{11\bar{2}0\}$ *(s)*, teils durch Hinzutreten von $\infty R = \{10\bar{1}0\}$ *(l)* neunflächig und wurden terminal begrenzt durch das Rhomboeder $-\,{}^1/_2 R = \{01\bar{1}2\}$, dessen Polkantenwinkel nach einer Reihe von Messungen zwischen 154° und 155° befunden wurde, mit gröſserer Annäherung an ersteren als an letzteren Wert. Genaue Messungen waren bei der

Rauheit der Flächen, die nur ein sehr undeutliches, verschwommenes Bild gaben, nicht durchführbar. In einigen Fällen gesellte sich noch eine Basis $0 R = \{0001\}$ zu dieser einfachen Kombination. Meistens zeigte sich eine deutliche Endigung nur an der einen Seite, während am entgegengesetzten Ende die Kristalle überhaupt keine scharfe Begrenzungsfläche erkennen ließen, sondern ihre Substanz durch massenhaftes Überhandnehmen der Einschlüsse zwischen denselben irregulär endete. Im Querbruche zeigt der Turmalin oft eine sehr auffallende Gruppierung mikroskopischer Interpositionen: erstens nämlich sechs sehr deutliche nach den Ecken des von $\infty P 2$ gebildeten regulären Sechsecks aus-



Fig. 1.



Fig. 2.

Vergrößerung = 20.

laufende schmale Bänder, die sich u. d. M. als Streifen von Einschlüssen kennzeichnen. Diese sechs Bänder bestehen aus langgestreckten, mit Flüssigkeit erfüllten Hohlräumen, Dolomit- und Quarzkörnern und Graphitschüppchen. Ferner beteiligen sich daran spärlich Pyrit und Magnetit. Innerhalb der Streifen stehen diese länglichen Körper nur in dem mittelsten Teile scharf dem radialen Verlauf parallel, nach außen zu geht ihre Stellung allmählich in eine divergierend federförmige über. Neben dieser Gruppierung zeigt sich in manchen Fällen noch die andere, daß im Innern der Durchschnitte die Einschlüsse sich kranzartig zu einem sechseckigen Streifen zusammenscharen, welcher konform mit dem von $\infty P 2$ gelieferten Hexagon verläuft. Bisweilen sind selbst 3 solcher Sechsecke ineinander geschachtelt (Fig. 1).

In den Längsschnitten schien es öfter, als ob eine Reihe von Trichtern, aus diesen Einschlüssen gebildet, in einander gesetzt wäre und in der Mitte durch eine Säule verbunden würde. Die Spitzen der Trichter waren nach dem Kristallinneren gerichtet. Wegen der an dem einen Ende verkümmerten Ausbildung der Kristalle liefs sich diese innerliche Struktur nur einseitig gewahren (Fig. 2).

Nach der Methode von Duc de Chaulnes ergab sich die Gröfse der Lichtbrechung für Natriumlicht $\omega = 1{,}639$, $\varepsilon = 1{,}618$.

Da nun zuerst die Vermutung vorhanden war, es liege Phenakit vor, so wurde auch eine chemische Untersuchung des Turmalins vorgenommen. Hierbei war es natürlich vor allem wichtig das Fehlen der Beryllerde nachzuweisen.

Es wurden zu diesem Zwecke zunächst die Methoden der Trennung von Tonerde und Beryllerde einer Prüfung unterzogen. Hierbei ergab sich, dafs die von Zimmermann[1]) empfohlene Methode durch Lösen eines Tonerde-Beryllerde-Niederschlags, der mit Ammoniak gefällt war, in einer gerade genügenden Menge kalter Kalilauge und darauffolgende Fällung der Beryllerde durch Kochen der stark verdünnten Lösung, nur dann wirklich ausführbar ist, wenn es gelingt, die Kalilauge während der ganzen Operation von Kohlensäure frei zu halten. Schon eine geringe Menge Kohlensäure verhindert die Ausfällung der Beryllerde. Da nun die Kalilauge sehr leicht die Kohlensäure der Luft zu binden vermag, so scheint eine Trennung von Tonerde und Beryllerde nach dieser Methode nicht sehr gut durchführbar zu sein. Inzwischen war eine mikrochemische Untersuchung auf Beryll nach der von Behrens[2]) vorgeschlagenen Methode vorgenommen. Nach diesem wird das Beryll mit Ammoniak gefällt, das Ammoniak durch Glühen entfernt und der in geringem Überschufs von Essigsäure gelöste Niederschlag durch Zusatz einer reichlichen Menge von Kaliumoxalat als Kaliumberylliumoxalat in monoklinen Kristallen erhalten. Bei Gemischen von Tonerde und Beryllerde gab diese Methode recht gute Resultate. Bei Prüfung des für Phenakit gehaltenen Minerals zeigte sie das völlige Fehlen von Beryllerde. Infolge-

[1]) Zur Trennung von Thonerde und Beryllerde. Inaug.-Dissert. Berlin 1887.

[2]) Anleitung zur mikrochemischen Analyse. Hamburg und Leipzig 1899 S. 44 f.

dessen wurden die Trennungsversuche bei dieser Veranlassung nicht weiter fortgesetzt.

Zur Analyse wurde die feingepulverte Substanz zunächst durch Auskochen mit konzentrierter Salzsäure nach Möglichkeit gereinigt. Angesichts der Reichlichkeit der Interpositionen ist es allerdings nicht wahrscheinlich, daſs ein genügend reines Material erhalten wurde, zumal da ja auch Quarzeinschlüsse vorhanden sind. In einer qualitativen Analyse ergab sich zunächst die Anwesenheit von Borsäure, Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxydul, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium und Wasser, während Lithium völlig fehlte und Fluor sich ebenfalls nicht nachweisen lieſs, vielleicht, weil nur eine sehr geringe Substanzmenge zu Gebote stand. Bei der nun folgenden quantitativen Analyse wurde, soweit dies angängig, der von Jannasch und Kalb[1]) vorgeschlagene Analysengang eingehalten.

Das spezifische Gewicht schwankte zwischen 3,07 und 3,15 bei verschiedenen Proben. I ist das Resultat der Analyse, II dasselbe auf 100 berechnet, während III, IV und V die Verhältniszahlen sind, die so erhalten wurden, daſs man für die Metalle[2]) ihr Äquivalent für Wasserstoff berechnete und dies dann bei IV für *Si* = 4 und bei V für *Si* = 12 umrechnete.

	I	II		III	IV	V
Kieselsäure	38,64	38,94	*Si*	0,649	4,00	12,00
Borsäure	8,73	8,80	*B*	0,126	0,78	2,83
Tonerde	41,12	41,3	*Al*	2,432		44,96
Eisenoxydul	2,14	2,16	*Fe*	0,060		1,11
Kalk	2,26	2,28	*Ca*	0,081		8,03 (Ca + Mg)
Magnesia	1,65	1,66	*Mg*	0,083	18,47 (Al bis H)	
Natron	1,40	1,41	*Na*	0,046		1,22 (Na + K)
Kali	0,93	0,94	*K*	0,020		
Lithium	—	—	*H*	0,274		5,07
Wasser	2,45	2,47				
Fluor	—	—				
	Sa. 99,22	100,00				

Nach den von Riggs[3]) aufgestellten, von Wülfing[4]) umgearbeiteten Formeln für den Turmalin — die freilich nach

[1]) Ber. d. D. chem. Ges. 1889. **22.** S. 216—221.

[2]) Penfield und Foote: American Journal of Science. Vol. VII No. 38. S. 97 ff. 1899.

[3]) Americ. Journ. Sc. **35.** 1888. S. 50 ff.

[4]) Tscherm Mitt. **10.** 1888. S. 162 ff.

Riggs' eigener Aussage von nicht ganz reinem Material abgeleitet sind, soll ein Alkaliturmalin die Zusammensetzung

$$12\, Si\, O^2 \,.\, 3\, B^2\, O^3 \,.\, 8\, Al^2\, O^3 \,.\, 2\, Na^2\, O \,.\, 4\, H^2\, O$$

haben, ein Magnesiaturmalin die folgende

$$12\, Si\, O^2 \,.\, 3\, B^2\, O^3 \,.\, 5\, Al^2\, O^3 \,.\, 12\, Mg\, O \,.\, 3\, H^2\, O.$$

Der Turmalin der Alpe Cadonigo würde nach dieser Formel bestehen aus $12\, Si\, O^2 \,.\, 2{,}33\, B^2\, O^3 \,.\, 7{,}49\, Al^2\, O^3 \,.\, 2{,}07\, Mg\, O$ $0{,}61\, Na^2\, O \,.\, 2{,}04\, H^2\, O$.

Er hat also für eine Mischung von Alkali- und Magnesiaturmalin eine zu große Menge von Tonerde, während andrerseits die Menge der Alkalien eine zu geringe ist.

Auch wenn wir den Turmalin der von Scharizer[1]) gegebenen Formel einzupassen versuchen

$$(\overset{I}{R}{}^2, \overset{II}{R})^2 \,.\, (\overset{II}{R}{}^3, \overset{III}{R}{}^2)^4\, Al^8\, (Si\, O^3)^{12} \left[\begin{matrix} O \\ (BO,\, HO,\, Fl)^2 \end{matrix} \right]^7$$

muſs der Versuch an der zu geringen Menge der Alkalien scheitern. Ein gleiches geschieht, wenn wir die von Penfield, Ztschr. f. Kryst. **33**. 1900. S. 527 ff. u. l. c. berechnete Formel anzuwenden versuchen

$$H^{20}\, B^2\, Si^4\, O^{21}. \quad \text{Wir erhielten}$$

$$H^{18{,}47}\, B^{1{,}55}\, Si^4\, O^{21}.$$

Es folgt daraus, daſs die Analyse des Turmalins an ziemlich verunreinigtem Material vorgenommen wurde, und zwar sind wahrscheinlich die Quarzeinschlüsse die Ursache, daſs wir einen zu hohen Kieselsäuregehalt bekommen haben, doch ist auch das Verhältnis der Wasserstoffatome der Säure zu den Borsäureatomen nicht das verlangte von 20 : 2, sondern es sind fast 24 H Atome vorhanden, so daſs wahrscheinlich auch noch eine Calciumverbindung dem Turmalin trotz der Behandlung mit Salzsäure beigemengt war.

b) Tremolit.

Der Tremolit wurde an zahlreichen Handstücken und in einer äuſserst verschiedenen Ausbildungsweise angetroffen. Zuerst in groſsen monoklinen Säulen $\infty P = \{110\}$ mit einem Winkel

---

[1]) Ztschr. f. Kryst. **15**. 1889. S. 354 ff.

von annähernd 124°. Endflächen waren auch hier, wie oben bei vielen Turmalinen, niemals zu beobachten. Sehr schöne derartige Kristalle von grüner Farbe, die nach den Enden zu heller wurde und ganz verschwand, wurden in dem zuckerkörnigen weifsen Dolomit der Alpe Cadonigo in Gröfsen bis zu 4 cm bei einer Breite von 1 cm gefunden. Dagegen kamen sie in mikroskopisch kleinen Individuen nicht zur Beobachtung. In dem grauen Kalkschiefer ebenfalls von Alpe Cadonigo treten nur dunkelgraue Tremolite von noch beträchtlicheren Dimensionen auf, bis zu 7 cm lang und 2 cm breit; diese sind freilich selten unversehrt, sondern tragen meist die Spuren des Gebirgsdrucks an sich, indem sie vielfach geknickt und zerbrochen sind. Ihre graue Farbe verdanken sie zahlreich eingeschlossenen Graphitschüppchen, neben denen noch Dolomitkörner in ihnen sich finden. Die Individuen dieses grauen Tremolit werden vielfach nur nadelstark angetroffen und sind gewissermafsen ein Übergang zu den sehr zarten, weifsen bis grünlichen, stellenweise auch schwach bräunlichen Nädelchen von Grammatit.

Diese bilden radialstrahlige Knollen und Lagen in dem weifsen Dolomit und Kalkglimmerschiefer des Passo di Campolongo. In vielen Fällen lagen hier Pseudomorphosen von Talk vor, die durch ihre geringe Härte leicht kenntlich sind. — Bei allen Kristallen sind die Säulenflächen niemals glatt, sondern immer ist eine deutliche Riefung parallel der Längsachse wahrnehmbar. Häufig sind die Kristalle schilfartig verflacht, namentlich ist dies bei den dunkelgrauen der Fall.

Das Maximum der Auslöschungsschiefe auf $\infty \bar{P} \infty$ war 21°.

c) Disthen.

Aus dem Campolongogebiet wird der Disthen nur von Bernoulli[1]) und Lardy[2]) angeführt, auf die Kenngott[3]) seine Angaben stützt. Ersterer gibt als Fundort die Villa nördlich vom See Naret im Bedrettotal an, der zweite die Alpe Catonegin südlich von Campolongo und den Col de St. Giacomo im Bedrettotale. Diese Fundorte sind nicht identisch mit dem unseren, der Alpe Cadonighino und dem Passo di Campolongo,

---

[1]) Geognostische Übersicht S. 184 ff.

[2]) Schweizer Denkschr. 2. S. 233 ff.

[3]) Minerale d. Schweiz. Leipzig 1886 S. 143.

wenn wir nicht etwa annehmen wollen, dafs der von Lardi angegebene Name Catonegin nur eine sprachliche Korruption des Namens Cadonighino sei, eine Annahme, die aufserdem durch das hinzugefügte „südlich von Campolongo" ziemlich unwahrscheinlich wird, da die Alpe Cadonighino viel mehr nördlich liegt.

Über diese Disthenvorkommnisse fehlen genauere Angaben vollkommen, dagegen sind über einen gleichfalls in nicht allzugrofser Entfernung anstehenden Paragonitschiefer mit Disthen am Monte Campione bei Cheronico unweit Faido wichtige Arbeiten von G. vom Rath[1]) und M. Bauer[2]) erschienen. Die Kristalle dieses letzteren Fundpunktes sind ganz vorzüglich und mannigfaltig ausgebildet, wie die zahlreichen Messungen beweisen, die von den beiden Letztgenannten daran vorgenommen werden konnten. Solche Bestimmungen sind bei den Disthenen von der Alpe Cadonighino sowohl, wie bei denen vom Passo di Campolongo, die hier zur Untersuchung gelangten, völlig unmöglich. Denn in allen Fällen sind die Flächen stark verbogen und geknickt. Das Mineral findet sich in dem weifsen bis grauen Dolomit, der dort vorherrscht, in Gemeinschaft mit Glimmer, grüner Hornblende und dem noch zu erwähnenden Staurolith. Es ist meist von schön blauer Farbe — viel seltener sind grünliche Individuen —, doch ist die Farbe des ganzen Kristalls nie eine gleichmäfsige, sondern wolkenartige, blaue Partien finden sich in einer viel helleren bis weifsen Masse verteilt. Vielfach ist der Kern blau, während nach aufsen zu diese Farbe allmählich verschwindet. Meist sind die bis 3 cm grofsen Kristalle nach $\infty \bar{P} \infty = \{100\}$ *(M)* tafelförmig, nach welcher Fläche sie auch vorzüglich spaltbar sind. Auch $\infty \breve{P} \infty = \{010\}$ *(T)* ist meist gut ausgebildet, während die Basis $0P = \{001\}$ in vielen Fällen überhaupt nicht zu beobachten ist, da die Kristalle sich äufserst eng in allen möglichen Richtungen aneinandergeschart haben. Gelingt es einmal, sie zu erkennen, so zeigt sie meist eine äufserst feine Riefung, die den Flächen von $\infty \breve{P} \infty$ parallel verläuft und wohl auf eine polysyntetische Zwillingsverwachsung zurückzuführen ist, wie sie M. Bauer l. c. für die Kristalle vom Mt. Campione nachgewiesen hat. Einfache Zwil-

[1]) Ztschr. f. Kryst. 3. 1875 S. 1 ff. und 5. 1877. S. 17 ff.
[2]) Ztschr. d. D. geol. Ges. 1878. S. 283 ff. und 1879. S. 244 ff.

linge nach demselben Gesetz: 1. Drehungsachse die Normale zu *M*, Zwillingsebene *M*, werden gleichfalls beobachtet. Doch scheinen Zwillinge und Viellinge im allgemeinen bei dem Disthen dieses Fundortes eine Seltenheit zu sein. Zwillinge nach den beiden anderen Gesetzen: 2. Drehungsachse die in *M* liegende Normale zur Kante *MT* und 3. Drehungsachse die Kante zwischen *M* und *T* (d. h. die Vertikale) wurden überhaupt nicht gefunden. Von den übrigen noch selteneren Verwachsungen, die G. vom Rath und Bauer beobachtet haben, ließs sich ebenfalls nichts nachweisen.

d) Staurolith.

Eine ähnliche Armut der Formen, wie der Disthen, zeigt auch der Staurolith, der mit ersterem fast immer zusammen vorkommt, ja häufig mit ihm verwachsen ist. Wie schon Kenngott l. c. für diese Minerale vom Monte Campione angibt, sind es meist Durchkreuzungen, indem teils der Disthen durch einen dazwischen sich einschiebenden Staurolith in zwei Hälften geteilt wird, teils das umgekehrte der Fall ist, wobei $\infty \bar{P} \infty$ des Disthens mit $\infty \breve{P} \infty$ des Stauroliths parallel ist. Der Staurolith ist von rotbrauner Farbe, Glasglanz, meist mit den Flächen $\infty P = \{110\}$ *(m)*, $\infty \breve{P} \infty = \{010\}$ *(o)*, $0 P = \{001\}$ *(p)*, $\bar{P} \infty = \{101\}$ *(r)*. Selten treten Zwillinge auf und dann sind es fast nur die bekannten rechtwinkligen Durchkreuzungs-Zwillinge. Weniger häufig sind schiefwinklige Durchkreuzungen mit $^3/_2 \breve{P}\, ^3/_2$ als Zwillingsebene. Der Staurolith findet sich im Dolomit und dann immer in Gemeinschaft mit Disthen. Hier war er meist recht schlecht ausgebildet. Weit besser war seine Gestalt in den hellen Muscovitschiefern vom Campolongograt, wo er freilich auch viel seltener zu finden ist. An mikroskopischen Einschlüssen wie Calcit, Graphit war er besonders im Verhältnis zu den übrigen Mineralen, die davon reichlich erfüllt sind, ziemlich arm.

e) Granat.

Eine weite Verbreitung in den Glimmerschiefern hat der Granat. Meist in sehr schönen Rhombendodekaedern ausgebildet, findet er sich in Gröſsen bis zu 1 cm. Er ist von blutroter bis rotbrauner Farbe und von zahllosen unregelmäſsigen Rissen

und Sprüngen durchzogen und ist vollkommen isotrop. Einschlüsse der ihn umgebenden Minerale, wie Quarz und Glimmer, sind reichlich in ihm vorhanden. Er fehlt in den Karbonatgesteinen, die mir zur Verfügung standen, fast vollständig. Nur in den Vorkommnissen derselben, die Disthen führen, finden wir auch vereinzelte rote Granat-Rhombendodekaeder.

f) Rutil.

Der Rutil wurde nur selten in den Dolomiten von der Alpe Cadonigo beobachtet, und auch hier nur in mikroskopischen Kristallen von gelblich brauner Farbe, deren Gröfse 0,07 mm nicht überstieg. Zwillinge nach $P\infty$, sog. Kniezwillinge, waren ziemlich oft zu bemerken (Winkel $= 114^0$), während von den sog. Herzzwillingen (Winkel $54^0\,44'$) überhaupt keiner beobachtet wurde.

g) Titanit.

Vom Titanit wurde nur ein einziger Kristall an den Handstücken entdeckt, und zwar im graubraunen Dolomit der Alpe Cadonighino. Mit ihm kamen Quarz, Kalkspat und dunkler Glimmer vor. Leider war er nur einseitig kristallographisch begrenzt, und auch hier waren die Flächen nicht für eine Messung geeignet. Es schien die Kombination $0\,P = \{001\}\,(p)$ mit einer Hemipyramide, vielleicht mit $^2/_3\,P\,2 = \{123\}\,(n)$ vorzuliegen.

h) Flufsspat.

Der Flufsspat findet sich in zwei verschiedenen Farben. Hellgrüne Individuen, deren Farbe vielfach in eine hellblaue übergeht, und die ausgezeichnet nach $\infty\,O\,\infty = \{100\}$ ausgebildet sind, werden beobachtet in den Grammatitknollen des weifsen Dolomits von Alpe Cadonigo; hier sinken sie bis zu mikroskopischen Dimensionen herab. An kleinsten Interpositionen fanden sich in ihm aufser minimalen Dolomitkörnern noch Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen, nicht resorbierbaren Libellen.

Ein fast wasserheller Flufsspat, dessen Würfelecken ab und zu durch das Octaeder abgestumpft waren, stammt von Gängen im grauen Dolomit der Alpe Cadonighino, auf dem Quarz dieser Gänge aufsitzend.

i) Magnetit.

Der Magnetit fehlt dem weiſsen Dolomit der Alpe Cadonigo und vom Passo di Campolongo. Dagegen ist er in den übrigen, grauen Dolomiten mikroskopisch in ziemlicher Menge vorhanden und von dem begleitenden Graphit durch seine Kristallumrisse und durch seinen Metallglanz zu unterscheiden. Makroskopisch trifft man ihn seltener. Mir stand von solchem Vorkommnis nur ein Stück zu Gebote, das offenbar einem Gang entstammte, in dem er sich in $^1/_4$ cm groſsen Octaedern mit rotem Granat, Kupferkies und grüner Hornblende vergesellschaftet fand. In den Glimmerschiefern tritt er ebenfalls ziemlich häufig als feinster Einschluſs in den Glimmern, Quarzkörnern und in den diese begleitenden Mineralen auf.

k) Pyrit.

Der Pyrit ist u. d. M. von derselben allgemeinen Verbreitung wie der Magnetit. Wo er gröſsere Individuen bildet, besitzt er meist einfache Formen wie O, ∞O, und ist zum Teil schon völlig zu Roteisenerz zersetzt. Einige dieser Pseudomorphosen geben eine Kupferreaktion, so daſs anzunehmen ist, daſs auch der ursprüngliche Pyrit einen Gehalt an Kupfer besessen hat.

l) Graphit.

Zum Schluſs verdient noch der Graphit eine besondere Erwähnung, der teils in unregelmäſsigen Partien in den durch ihn gefärbten Dolomiten und Glimmerschiefern zusammengehäuft ist, teils auch sich in einzelnen Lagen der Gesteine besonders stark einstellt. Er bildet sowohl einen Beweis für die Beteiligung von Organismen an der Bildung dieser jetzt teilweise hochkristallinen Gesteine, wie auch für die hochgradige Metamorphose, der diese Gesteine unterworfen waren.

Haben wir es nun bei der Bildung aller dieser Minerale lediglich mit den Einwirkungen von Regional- oder Druckmetamorphose zu tun, oder ist etwa an eine Kontaktwirkung zu denken? Wie erwähnt, tragen die Kristalle alle mehr oder weniger die Beweise der Einwirkung eines Druckes auf ihre Gestalt an sich, indem sie verbogen oder zerbrochen sind.

Sie müssen daher vor dem Eintreten desselben schon vorhanden gewesen sein. Dabei ist aber nicht ausgeschlossen, dafs sie anfänglich unter der Wirkung eines älteren Druckes oder unter den Einflüssen der Regionalmetamorphose gebildet sind, um dann durch dieselben Agentien, die ihre Bildung veranlafsten, stark deformiert zu werden.

Für die Annahme einer Kontaktmetamorphose fehlt zur Zeit noch jeder Beweis, weil jedes etwa aktiv wirksam gewesene, unzweifelhafte, massige Eruptivgestein in der unmittelbaren Nachbarschaft vermifst wird, und die ursprünglich eruptive Natur der begleitenden kristallinischen Schiefermassen noch nicht nachgewiesen ist.

Die vorstehenden Arbeiten wurden im Mineralogischen Institut der Universität Leipzig ausgeführt. Das Material entstammt für die Teile I bis IV dem dortigen Mineralogischen Museum und war dem Verfasser vom Direktor desselben, Herrn Geheimen Rat Professor Dr. F. Zirkel freundlichst zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei, wie auch für die gütige Unterstützung während der Arbeiten. Die in Teil V beschriebenen Minerale waren dem Verfasser von Herrn Dr. M. Schröder (Gera) freundlichst überlassen, dem ebenfalls nochmals herzlich gedankt sei.

Mineralogisches Institut der Universität Leipzig.

Vita.

Der Unterzeichnete wurde am 20. Oktober 1879 in Magdeburg als Sohn des Oberinspektors und Abteilungsvorstehers der Magdeburger Feuerversicherungs-Gesellschaft Herrn Otto Mann geboren und in evangelischer Konfession erzogen. Er besuchte in den Jahren 1889 bis 1899 das König Wilhelms-Gymnasium zu Magdeburg. Nach bestandener Reifeprüfung bezog er Michaelis 1899 die Universität Leipzig, der er bis zum 30. Mai 1903 angehörte. Er besuchte die Vorlesungen der Herren Professoren Beckmann, Credner, Felix, Fischer, Hasse, Kötzschke, Neumann, Ratzel, Wagner, Weule, Wiener, Wislicenus, Wundt und Zirkel, sowie der Herren Privatdozenten Reinisch und Sapper und nahm teil an den Übungen der Herren Professoren Beckmann, Credner, Felix, Fischer, Weule, Wiener und Zirkel. Zu besonderem Danke ist er den Herren Professoren Beckmann, Credner und Zirkel für die Einführung in das Studium der Chemie, Geologie und Mineralogie verpflichtet.

Otto Mann.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06828 9563



